

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-195000

(43)Date of publication of application : 29.07.1997

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C22C 38/60

(21)Application number : 08-008028

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 22.01.1996

(72)Inventor : UNO MITSUO  
SAKAMOTO MASAKI

### (54) NON-HEAT TREATED STEEL

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a non-heat treated steel having fatigue-resistance equal to that of a steel prepared by applying refining treatment and soft-nitriding treatment, e.g. to a medium-C carbon steel for machine structural use and suitably used as a steel for shafts.

**SOLUTION:** This steel has a composition consisting of, by weight, 0.20-0.50% C, 0.05-0.70% Si, >0.60-1.00% Mn, 0.01-0.07% S, 0.02-0.50% V, 0.002-0.03% N, 0-0.050% P, 0-0.30% Cu, 0-0.30% Ni, 0-1.00% Cr, 0-0.30% Mo, 0-0.050% Al, 0-0.30% Pb, 0-0.0100% Ca, 0-0.10% Te, 0-0.100% Bi, and the balance Fe with inevitable impurities and satisfying  $C + (Si/10) + (Mn/6) + (Cr/3) + 5N + 1.65V - 0.6 \geq 0$  and  $[C/(f_n + 0.6)] - 0.6 = 0$ , where the symbol of the element in the inequalities means its content by weight percent.

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-195000

(43)公開日 平成9年(1997)7月29日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00 38/60	3 0 1		C 2 2 C 38/00 38/60	3 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-8028  
(22)出願日 平成8年(1996)1月22日

(71)出願人 000002118  
住友金属工業株式会社  
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号  
(72)発明者 宇野 光男  
福岡県北九州市小倉北区許斐町1番地住友  
金属工業株式会社小倉製鉄所内  
(72)発明者 坂本 雅紀  
福岡県北九州市小倉北区許斐町1番地住友  
金属工業株式会社小倉製鉄所内  
(74)代理人 弁理士 森 道雄 (外1名)

(54)【発明の名称】 非調質鋼

(57)【要約】

【課題】中Cの機械構造用炭素鋼などに調質処理と軟窒化処理を施したのと同等の耐疲労特性を有するシャフト類用鋼として好適な非調質鋼を提供する。

【解決手段】重量%で、C : 0.20~0.50%、Si : 0.05~0.70%、Mn : 0.60%を超え1.00%まで、S : 0.01~0.07%、V : 0.02~0.50%、N : 0.002~0.03%、P : 0~0.050%、Cu : 0~0.30%、Ni : 0~0.30%、Cr : 0~1.00%、Mo : 0~0.30%、Al : 0~0.050%、Pb : 0~0.30%、Ca : 0~0.0100%、Te : 0~0.10%、Bi : 0~0.100%を含有し、残部はFe及び不可避不純物からなり、且つ $C + (Si/10) + (Mn/6) + (Cr/3) + 5N + 1.65V - 0.6 \geq 0$  及び  $\{C / (fn1 + 0.6)\} - 0.6 \leq 0$  であることを特徴とする非調質鋼。但し、上記式における元素記号は重量%での含有量を意味する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】重量%で、C：0.20～0.50%、Si：0.05～0.70%、Mn：0.60%を超え1.00%まで、S：0.01～0.07%、V：0.02～0.50%、N：0.002～0.03%、P：0～0.5%、Cu：0～0.30%、Ni：0～0.30%、Cr：0～1.00%、Mo：0～0.30%、Al：0～0.050%、Pb：0～0.30%、Ca：0～0.0100%、Te：0～0.10%、Bi：0～0.100%を含有し、残部はFe及び不可避免不純物からなり、且つ $f_{n1} \geq 0$ 及び $f_{n2} \leq 0$ であることを特徴とする非調質鋼。但し、 $f_{n1} = C + (Si/10) + (Mn/6) + 1.65V + 5N + (Cr/3) - 0.6$ 、 $f_{n2} = \{C / (f_{n1} + 0.6)\} - 0.6$ 、なお、式中の元素記号はその元素の重量%での含有量を表す。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱間での加工後に調質処理及び軟窒化処理を施さなくとも良好な耐疲労特性を有し、自動車エンジン部品のクランクシャフトなどシャフト類の素材として好適な非調質鋼に関する。

## 【0002】

【従来の技術】機械構造用部品、なかでも自動車エンジン部品のクランクシャフトやピニオンシャフトなどシャフト類は、従来、熱間加工や機械加工によって所定の形状に加工された後、焼入れ焼戻しの調質処理を受け、その後耐疲労特性を高める目的で軟窒化処理を施されて製造されることが多かった。すなわち、従来はJISの機械構造用炭素鋼であるS45CやS50C、あるいはこれらにS、Pb、Caなどの快削元素を添加した鋼を所要の形状に加工した後、調質処理と軟窒化処理を施して製造されることが多かった。

【0003】ところが、前記の熱処理には多くのエネルギーとコストを費やす。そのため近年、先ず省エネルギーと低コスト化の観点から熱間加工の状態で調質鋼と同等の特性を持つ非調質鋼、なかでも中炭素鋼をベースとしてこれに炭化物や炭窒化物を形成するV、NbやTiといった元素を添加した鋼が開発され、これに軟窒化処理を施してシャフト類を製造することが試みられてきた。

【0004】しかしながら、上記背景の下に提案された非調質鋼に対しては、耐疲労特性を高めるために、上述のようにやはり530～570℃で5～8時間の軟窒化処理が行われており、経済性の点で問題があった。

【0005】あるいは軟窒化処理を施さないで非調質鋼の疲労強度を高めるために、引張強度を高くする手段も講じられているが、引張強度を高めることは被削性の劣化につながるので好ましくない。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記現状に鑑みなされたもので、調質処理と軟窒化処理の両方共に施さずに、上記機械構造用炭素鋼などに調質処理した後軟窒化処理を施す場合と同等の耐疲労特性を付与できる、各種シャフト類の素材として好適な非調質鋼を提供することを課題とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記の課題を解決するため種々検討を重ねた結果、下記の知見を得た。

【0008】①Nは非調質鋼の静的強度（引張強度）を高めるだけではなく、疲労強度の向上に対しても極めて大きな効果を有する。

【0009】②鋼の化学組成が重量%で、C：0.20～0.50%、Si：0.05%以上、Mn：0.60%超、Cr：1.00%以下、V：0.02%以上及びN：0.002%以上の場合において、熱間加工ままの状態での疲労強度は下記 $f_{n1}$ で整理できる。

【0010】 $f_{n1} = C + (Si/10) + (Mn/6) + 5N + 1.65V + (Cr/3) - 0.6$ 但し、次に記す $f_{n2}$ の値が0以下の場合に限る。

## 【0011】

$f_{n2} = \{C / (f_{n1} + 0.6)\} - 0.6$

なお、前記の $f_{n1}$ 、 $f_{n2}$ における元素記号はその元素の重量%での含有量を表す。

【0012】③上記の $f_{n1}$ の値が0以上、且つ $f_{n2}$ の値が0以下であれば、従来の機械構造用炭素鋼などに調質処理した後軟窒化処理を施す場合と同等の320MPa以上の疲労強度を得ることができる。

【0013】上記知見に基づく本発明は、下記の非調質鋼を要旨とする。

【0014】「重量%で、C：0.20～0.50%、Si：0.05～0.70%、Mn：0.60%を超え1.00%まで、S：0.01～0.07%、V：0.02～0.50%、N：0.002～0.03%、P：0～0.5%、Cu：0～0.30%、Ni：0～0.30%、Cr：0～1.00%、Mo：0～0.30%、Al：0～0.050%、Pb：0～0.30%、Ca：0～0.0100%、Te：0～0.10%、Bi：0～0.100%を含有し、残部はFe及び不可避免不純物からなり、且つ前記 $f_{n1} \geq 0$ 及び $f_{n2} \leq 0$ であることを特徴とする非調質鋼。」

## 【0015】

【発明の実施の形態】以下に、本発明における鋼の化学組成を上記のように限定する理由について説明する。なお、「%」は「重量%」を意味する。

【0016】C：Cは鋼に所望の静的強度を付与するのに必要な元素であるが、反而被削性を低下させ、又、一定量を超えると疲労強度を低下させる元素でもある。最

低限の静的強度（引張強度で600MPa以上）を得るには0.20%以上の含有量が必要である。一方、0.50%を超えて含有させると、被削性が低下すると共に疲労強度（疲労限度、 $\sigma_w$ ）の低下を招く。従って、Cの含有量を0.20~0.50%とした。

【0017】Si：Siは脱酸を促進すると共にフェライト中に固溶してフェライトを強化し、静的強度と疲労強度を高める作用がある。しかし、その含有量が0.05%未満では所望の効果が得られず、一方、0.70%を超えて含有すると切削性の劣化をきたすようになるので、その含有量を0.05~0.70%とした。

【0018】Mn：Mnは静的強度を向上させる作用を有する。しかし、その含有量が0.60%以下では添加効果に乏しい。一方、1.00%を超えて含有してもその効果は飽和し、コストのみが上昇し経済性を損う。従って、Mnの含有量を0.60%を超え1.00%までとした。

【0019】S：Sは被削性を高める作用がある。その効果を充分発揮させるためには0.01%以上の含有量が必要である。一方、0.07%を超えて含有させると疲労強度の劣化をきたす。従って、Sの含有量を0.01~0.07%とした。

【0020】V：Vは静的強度及び疲労強度を高める作用がある。しかし、その含有量が0.02%未満では添加効果に乏しく、0.50%を超えて含有しても前記効果は飽和して経済性を損うようになるので、その含有量を0.02~0.50%とした。

【0021】N：Nは非調質鋼の静的強度を高めるだけではなく、疲労強度の向上に対しても極めて大きな効果を有する。これらの効果を充分発揮させるためには、Nは0.002%以上含有させることが必要である。一方、0.03%を超えて含有させてもその効果は飽和するばかりか、熱間加工性の劣化を招くようになる。従って、Nの含有量を0.002~0.03%とした。なお、総合的な面からNの含有量は0.005~0.022%とすることが好ましい。

【0022】P：Pは含有させなくても良い。含有させれば疲労強度を高める作用がある。この効果を確実に得るには、Pは0.005%以上の含有量とすることが好ましい。

【0023】しかし、その含有量が0.05%を超えると靱性の大きな劣化をきたすようになって疲労強度が却って劣化するので、その含有量を0~0.05%とした。

【0024】Cu：Cuは添加しなくても良い。添加すれば焼入れ性を高める作用がある。この効果を確実に得るには、Cuは0.01%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、その含有量が0.30%を超えると熱間加工性の劣化を招くようになる。

【0025】従って、Cuの含有量を0~0.30%と

した。

【0026】Ni：Niも添加しなくても良い。添加すれば焼入れ性を向上させると共に靱性を向上させる作用を有する。この効果を確実に得るには、Niは0.01%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、その含有量が0.30%を超えると被削性の劣化をきたすようになるし、経済性の面でも不利になる。従って、Niの含有量を0~0.30%とした。

【0027】Cr：Crは添加しなくても良い。添加すれば焼入れ性を高めると共に疲労強度を向上させる作用を有する。これらの効果を確実に得るには、Crは0.02%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、1.00%を超えて含有させてもその効果は飽和し、コストのみが上昇して経済性を損うことになる。従って、Crの含有量を0~1.00%とした。

【0028】Mo：Moは添加しなくても良い。添加すれば焼入れ性を向上させると共に靱性を向上させる作用を有する。この効果を確実に得るには、Moは0.01%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、その含有量が0.30%を超えると前記効果は飽和して経済性を損うこととなる。従って、Moの含有量を0~0.30%とした。

【0029】Al：Alは添加しなくても良い。添加すれば鋼の脱酸の安定化及び均質化の作用がある。この効果を確実に得るには、Alは0.001%以上の含有量とすることが望ましい。しかし、その含有量が0.050%を超えると酸化物系の介在物が増加して切削時に工具寿命の低下を招く。従って、Alの含有量を0~0.050%とした。なお被削性を高めるために、鋼にPb、Ca、Te、Biを添加する場合には、Al含有量の上限を0.010%に規制することが好ましい。

【0030】Pb：Pbは添加しなくても良い。添加すれば被削性を高める作用を有する。この効果を確実に得るには、Pbは0.01%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、その含有量が0.30%を超えると耐疲労特性の劣化をきたすようになる。従って、Pbの含有量を0~0.30%とした。

【0031】Ca：Caは添加しなくても良い。添加すれば被削性を高める作用を有する。この効果を確実に得るには、Caは0.0003%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、0.0100%を超えて含有させてもその効果は飽和し、経済性を損うこととなる。従って、Caの含有量を0~0.0100%とした。

【0032】Te：Teも添加しなくても良い。添加すれば被削性を高める作用を有する。この効果を確実に得るには、Teは0.01%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、0.10%を超えて含有させてもその効果は飽和し、経済性を損うこととなる。従って、Teの含有量を0~0.10%とした。

【0033】Bi：Biは添加しなくても良い。添加す

れば被削性を高める作用を有する。この効果を確実に得るには、Biは0.005%以上の含有量とすることが好ましい。

【0034】しかし、0.100%を超えて含有させてもその効果は飽和し、経済性を損うこととなる。従って、Biの含有量を0~0.100%とした。

【0035】fn1：鋼の化学組成が重量%で、C：0.20~0.50%、Si：0.05%以上、Mn：0.60%超、Cr：1.00%以下、V：0.02%以上及びN：0.002%以上の場合において、熱間加工10のままの状態での疲労強度は前記fn1で整理できる。そして、このfn1が0以上で且つ前記したfn2が0以下の場合に、従来の機械構造用炭素鋼などに調質処理した後軟窒化処理を施す場合と同等の320MPa以上の疲労強度を得ることができる。従って、fn1を0以上とした。

【0036】fn2：fn2の値が0を超えると上記したfn1の値が0以上であってもフェライトを強化する元素の量が不足するため、非調質鋼の耐疲労特性が劣化10してしまう。

【0037】従って、fn2を0以下とした。

【0038】上記の化学組成を有する鋼は通常の方法で溶製された後、例えば通常の方法による熱間での圧延及び鍛造を受け、更に必要に応じて機械加工されて所定形状のシャフト類に仕上げられる。

【0039】

【実施例】表1~3に示す化学組成の鋼を通常の方法によって試験炉を用いて200kg真空溶製した。表1、2における鋼1~15は本発明鋼、表2、3における鋼16~30は成分のいずれかが本発明で規定する範囲から10外れた比較鋼である。なお、比較鋼のうち鋼25はJIS規格のS45Cに相当する鋼である。

【0040】次いで、これらの鋼を通常の方法によって鋼片となした後、1250℃に加熱してから、1200~950℃の温度で直径20mmの丸棒に熱間鍛造し、

その後常温まで空冷した。

【0041】こうして得られた丸棒から平行部径が8mmの小野式回転曲げ疲労試験片を切り出して常温、大気中、3000rpmの条件で疲労試験を行なった。又、JIS4号引張試験片を切り出し常温で引張試験を行った。

【0042】なお参考のために、鋼25の上記20mm丸棒を870℃に加熱して水焼入れし、600℃で焼戻ししてから平行部径が8mmの小野式回転曲げ疲労試験片とJIS4号引張試験片を切り出し、これらに530℃で6時間の軟窒化処理を行って上記の条件で疲労試験と引張試験を行った。

【0043】試験結果を表4に示す。

【0044】本発明鋼である鋼1~15については、いずれも所望の600MPa以上の引張強度と320MPa以上の疲労強度が得られている。

【0045】これに対して、成分のいずれかが本発明で規定する含有量の範囲から外れた比較鋼のうち、C量、Si量、Mn量、N量、V量及びfn1がそれぞれ低目に外れた鋼16、18、19、21、22、23と29は疲労強度が320MPaに達していない。更に上記の鋼のうち鋼16、18、19、22及び29では引張強度も600MPaに未達である。

【0046】又、C量、P量、Pb量及びfn2がそれぞれ高目に外れた鋼17、20、24~28及び30では、引張強度は600MPaを超えているものの、疲労強度が320MPaに達していない。

【0047】なお表4に参考例として示したように、鋼25に焼入れ焼戻しの調質処理を施し、その後軟窒化処理した従来タイプの場合には引張強度と疲労強度は共に目標値（引張強度：600MPa、疲労強度：320MPa）に達している。

【0048】

【表1】

表 1

区分	鋼種	化 学 組 成 (重量%)										残部: Feおよび不純物							
		C	Si	Mn	S	V	N	P	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	Pb	Ca	Te	Bi	fn1	fn2
本 発 明 鋼	1	0.33	0.20	0.80	0.051	0.102	0.0098	0.015	-	0.02	0.11	0.03	0.001	0.13	0.0010	-	-	0.14	-0.15
	2	0.27	0.25	0.65	0.048	0.181	0.0122	-	-	-	-	-	0.008	-	-	-	-	0.17	-0.25
	3	0.35	0.06	0.82	0.042	0.247	0.0137	-	0.29	-	0.13	-	0.005	0.11	0.0008	0.03	-	0.41	-0.15
	4	0.28	0.57	0.63	0.049	0.090	0.0284	0.008	-	0.05	-	-	-	0.09	0.0005	-	0.012	0.13	-0.22
	5	0.21	0.18	0.64	0.016	0.496	0.0022	-	-	-	-	0.09	0.003	0.15	0.0012	-	-	0.57	-0.42
	6	0.27	0.33	0.74	0.044	0.082	0.0108	0.047	-	-	0.99	-	0.025	0.12	0.0009	-	-	0.35	-0.32
	7	0.43	0.24	0.77	0.069	0.124	0.0197	-	0.03	0.12	0.15	-	0.001	-	-	0.09	-	0.34	-0.14
	8	0.28	0.69	0.67	0.052	0.033	0.0123	0.011	-	-	0.12	-	0.007	0.02	0.0032	-	-	0.02	-0.15
	9	0.24	0.26	0.76	0.025	0.138	0.0050	-	-	0.28	0.53	0.12	0.002	-	0.0067	-	0.095	0.22	-0.31
	10	0.30	0.11	0.75	0.046	0.086	0.0095	-	-	-	-	-	0.047	0.08	0.0011	0.01	-	0.03	-0.12
$fn1 = C + (Si/10) + (Mn/6) + 5N + 1.65V + (Cr/3) - 0.6$ $fn2 = \{C / (fn1 + 0.6)\} - 0.6$ 式中の元素記号はその元素の含有量 (%) を表す。																			

【0049】

\* \* 【表2】

表 2

区分	鋼種	化 学 組 成 (重量%)										残部: Feおよび不純物							
		C	Si	Mn	S	V	N	P	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	Pb	Ca	Te	Bi	fn1	fn2
本 発 明 鋼	11	0.37	0.27	0.68	0.052	0.107	0.0098	0.017	0.18	-	0.05	0.23	0.001	0.17	0.0008	-	-	0.16	-0.11
	12	0.50	0.39	0.71	0.039	0.334	0.0114	-	-	0.11	0.10	-	0.001	0.03	0.0004	-	0.006	0.70	-0.22
	13	0.29	0.18	0.98	0.011	0.115	0.0141	-	0.08	-	-	-	0.038	0.11	0.0018	-	-	0.13	-0.20
	14	0.31	0.21	0.77	0.061	0.412	0.0153	-	-	-	0.11	0.30	0.006	0.12	0.0024	-	-	0.65	-0.35
	15	0.41	0.46	0.95	0.037	0.038	0.0166	0.014	-	-	-	-	0.005	0.10	0.0013	-	-	0.16	-0.06
	16	*0.18	0.51	0.83	0.018	0.109	0.0089	0.017	0.11	-	0.17	-	0.002	0.11	0.0008	-	-	0.05	-0.32
	17	*0.53	0.23	0.76	0.067	0.124	0.0137	-	-	0.18	0.06	0.05	0.024	0.17	0.0012	-	-	0.37	-0.06
	18	0.35	*0.03	0.79	0.019	0.039	0.0146	0.042	-	-	-	-	0.006	-	-	-	-	0.02	-0.04
	19	0.21	0.66	*0.25	0.052	0.038	0.0187	0.018	0.25	0.11	0.44	-	0.031	0.09	0.0037	0.05	-	0.02	-0.26
	20	0.35	0.05	0.65	0.024	0.057	0.0095	*0.055	-	-	0.09	0.22	0.008	0.05	0.0009	-	0.008	0.04	-0.05
$fn1 = C + (Si/10) + (Mn/6) + 5N + 1.65V + (Cr/3) - 0.6$ $fn2 = \{C / (fn1 + 0.6)\} - 0.6$ 式中の元素記号はその元素の含有量を表す。 *印は本発明の範囲から外れていることを示す。																			

【0050】

【表3】

表 3

区 分	鋼 種	化 学 組 成 (重量%)										残部: Fe および不純物							
		C	Si	Mn	S	V	N	P	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	Pb	Ca	Te	Bi	f <sub>n1</sub>	f <sub>n2</sub>
比 較 鋼	21	0.33	0.29	*0.47	0.047	0.124	0.0093	0.019	-	-	-	-	0.022	-	-	-	-	0.08	-0.11
	22	0.30	0.20	0.67	0.038	0.105	*0.0018	-	0.03	-	-	0.18	0.009	0.24	0.0007	0.02	-	0.02	-0.12
	23	0.35	0.18	0.95	0.033	*0.005	0.0067	0.011	-	0.24	0.18	-	0.019	0.19	0.0011	-	-	0.03	-0.04
	24	0.47	0.19	0.73	0.029	0.261	0.0088	0.017	-	-	0.36	0.06	-	*0.33	0.0010	-	-	0.61	-0.21
	25	0.46	0.20	0.81	0.018	*0.001	0.0042	0.013	-	-	0.01	0.02	0.035	-	-	-	-	0.04	* 0.12
	26	0.51	0.19	0.76	0.012	*0.002	0.0049	0.019	0.01	0.01	0.02	-	0.043	-	-	0.06	-	0.09	* 0.14
	27	0.45	0.22	0.77	0.019	*0.001	0.0041	0.013	-	-	0.03	-	0.002	0.16	0.0005	-	-	0.03	* 0.11
	28	0.44	0.35	0.86	0.024	*0.008	0.0045	0.008	0.02	0.02	0.02	-	0.001	-	0.0011	-	0.080	0.06	* 0.07
	29	0.33	0.24	0.76	0.033	0.025	0.0059	0.011	-	-	0.06	-	0.008	-	-	-	-	*-0.03	-0.02
	30	0.46	0.33	0.80	0.016	0.024	0.0097	-	-	-	0.07	-	0.013	-	-	-	-	0.14	* 0.02
$f_{n1} = C + (Si/10) + (Mn/6) + 5N + 1.65V + (Cr/3) - 0.6$ $f_{n2} = \{C / (f_{n1} + 0.6)\} - 0.6$ 式中の元素記号はその元素の含有量を表す。 *印は本発明の範囲から外れていることを示す。																			

【0051】

\* \* 【表4】

表 4

区 分	鋼 種	引張強度 (MPa)	疲労強度 (MPa)	区 分	鋼 種	引張強度 (MPa)	疲労強度 (MPa)
本 発 明 例	1	740	336	比 較 例	16	598	311
	2	748	349		17	968	307
	3	1005	371		18	593	316
	4	715	325		19	597	311
	5	1103	384		20	608	317
	6	950	357		21	654	314
	7	931	351		22	594	307
	8	618	327		23	634	315
	9	823	346		24	1205	313
	10	632	329		25	641	259
	11	737	336		26	698	247
	12	1224	402		27	633	261
	13	728	348		28	658	273
	14	1251	389		29	574	306
	15	753	332		30	736	316
参	25	807	329	(注) 左記の参は参考例で、 鋼25に調質処理と軟窒化処理を施したものの結果である。			

【0052】

【発明の効果】本発明による非調質鋼を用いれば、調質処理と軟窒化処理の両方を施すことなく、機械構造用炭

素鋼などに調質処理した後軟窒化処理を施す場合と同等の耐疲労特性をシャフト類に付与できるので、産業上の効果は大きい。